

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. H. Staub

Zur Wirkungsweise der synkardialen Massage
Venendruckbestimmungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von
JOSEPH GREENSHER
von New York (USA)

1958

1959
Druck: Benno Schwabe & Co., Basel

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. H. Staub

Zur Wirkungsweise der synkardialen Massage
Venendruckbestimmungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von
JOSEPH GREENSHER
von New York (USA)



1959

Druck: Benno Schwabe & Co, Basel

Von der medizinischen Fakultät genehmigt auf Antrag
von Prof. Dr. H. Staub

Tag der Promotion: 5. Dezember 1958

Erschienen in den «Helvetica Medica Acta» Vol. 26

MEINER LIEBEN FRAU

Zur Wirkungsweise der synkardialen Massage Venendruckbestimmungen

Von Joseph Greensher

Die synkardiale Massage (SM) nach *Fuchs* soll arterielle Durchblutungsstörungen der Extremitäten gut beeinflussen (1).

Prinzip der Methode: Pulssynchrone Druckstöße einer Manschette werden auf Extremitätenabschnitte proximal der Durchblutungsstörung übertragen. Die Apparatur «Syncardon nach Fuchs»¹ erlaubt, die Behandlungsbedingungen – Höhe und Einwirkungsdauer der Druckstöße sowie ihre Verzögerung auf die Pulswelle – zu variieren.

Der Mechanismus, welcher die Durchblutung fördert, ist unbekannt. Untersuchungen zur Abklärung der Wirkungsweise wurden erst in jüngster Zeit am Modell und in vivo durchgeführt (2, 3, 4, 5). So beobachteten *Widmer* und *Staub* (5), daß die SM die Exkursionen von Arterien peripher der Behandlungsmanschette verstärkt und unter gewissen Bedingungen den mittleren Arteriendruck steigert.

Da der Venendruck unter SM bisher nie gemessen wurde, wird in der vorliegenden Arbeit diese Größe unter systematisch variierten Behandlungsbedingungen untersucht. Nach dem Poiseuilleschen Gesetz

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi}{8\eta} \cdot \frac{r^2}{l} (p_A - p_V)$$

wird, bei konstanter Geometrie, das Zeitvolumen nicht vom Arteriendruck allein, sondern vom *Druckgefälle* zwischen Arterien und Venen bestimmt ($\frac{V}{t}$ = Zeitvolumen; η = Viskosität; r = Radius; l = Länge; p_A = Arteriendruck; p_V = Venendruck).

Wenn also der mittlere Arteriendruck (p_A) unter Massage zwar ansteigt, der venöse Druck (p_V) aber entsprechend zunimmt, so bleibt das Druckgefälle und damit das Zeitvolumen konstant. $\frac{V}{t}$ nimmt erst dann zu, wenn durch die Massage der Druck im arteriellen Schenkel ansteigt und der Venendruck gleichzeitig unverändert bleibt oder absinkt.

Versuchsanordnung

Versuchspersonen: 6 Gefäßgesunde zwischen 20 und 30 Jahren. Die Untersuchungen erfolgten am liegenden Individuum mit leicht erhöhtem Oberkörper in einem Raum mit konstanter Temperatur (22° C.).

¹ «Syncardon Fuchs», Hersteller Jaquet A.G., Basel.

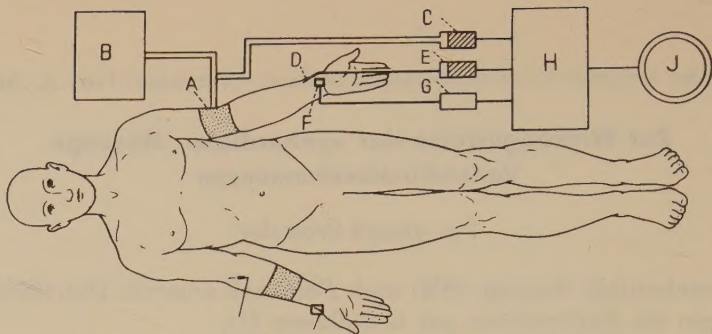


Abb. 1. Versuchsanordnung (siehe Text).

Anordnung (s. Abb. 1): Die SM-Manschette (A) wird mit dem Synkardion (B) und einem Elektromanometer Statham Typ 23A² (C) verbunden, welches ein Druck-Zeit-Diagramm in der SM-Manschette mißt. Abnahme der Sphygmogramme von der gleichseitigen Radialarterie mit Boucke-Brecht-Infratongerät Typ A² (F) und Anschlaggerät (G). Die Venendruckmessungen werden mit einem Elektromanometer Statham Typ A² (E) durchgeführt. Zwischen Manometer und Nadel (D) (Länge 35 mm, Radius 0,3 mm) besteht eine starre Verbindung. Alle Größen werden mit dem Atlasgerät 6 EM 35 (H) synchron registriert. Optische Kontrolle im Zwei-Strahl-Sichtgerät Atlas (J).

Zwischen den einzelnen Messungen prüften wir die Durchgängigkeit von Nadel und Vene durch Spülen mit isotonischer Kochsalzlösung, der Heparin zugesetzt war.

Resultate

1. Venendruck distal der SM-Manschette

Die SM-Manschette wird am linken Arm (vgl. Abb. 1) fixiert. Messung der Druckwerte in der V. manus radialis dorsalis. Absoluter Nullpunkt 2. Zwischenrippenraum parasternal. Die Behandlungsbedingungen werden in der Weise verändert, daß jeweils zwei Größen konstant gehalten und eine Größe variiert wird. Die Druckhöhen werden in Stufen von rund 20 mm Hg, die Einwirkungsdauer in Schritten von jeweils 0,05 Sekunden und die Einsatzverzögerung in Abständen von 0,15 Sekunden verändert.

a) Formveränderungen

Die Venendruckkurve ohne SM-Einwirkung zeigt einen leicht undulierenden Verlauf (Abb. 2/I, III, V, VII). Er wird so lange beibehalten, als die Druckstöße weder den diastolischen Blutdruck der Versuchsperson erreichen noch $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode überdauern (z. B. Abb. 2/II und IV). Wird eine dieser Grenzbedingungen überschritten, so nehmen die Exkursionen zu. Je größer der Impulsbetrag³ der Druckstöße, desto deutlicher wird die

² Physikalische Charakteristika der Apparate siehe Lit. 4, 5.

³ Produkt aus Druckhöhe und Einzeldauer der Druckstöße.

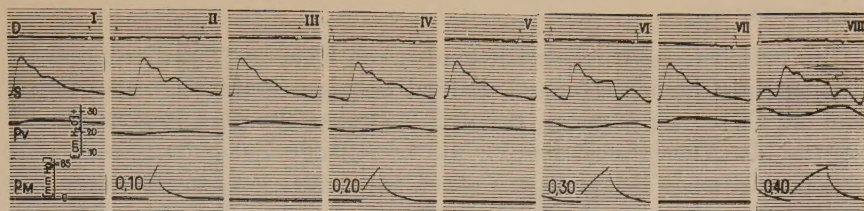


Abb. 2. Venendruck und Einwirkungsdauer. D = Ekg.; S = Radialis-Sphygmogramm; p_v = Druck in der V. manus dorsalis radialis; p_m = Druck in der SM-Behandlungsmanschette; Einzeldauer der Druckstöße eingezeichnet (Sekunden). Einsatzverzögerung = 0,34 Sekunden. – Die Abschnitte I, III, V, VII belegen, daß die Form der Venendruckkurve und das Ausmaß der Venendruckveränderungen nach SM-Einwirkung rasch wieder auf die Ausgangslage zurückkehren. Unter Druckstößen, deren Höhe den diastolischen Blutdruck der Versuchsperson nicht erreicht, ändert sich der Venendruck praktisch nicht.

S-Form von auf- und absteigendem Schenkel der Venendruckkurve (Abb. 3 und 4). Fuß- und Gipfelpunkte sind gegenüber dem Druck-Zeit-Diagramm der Manschette und dem Sphygmogramm nach rechts verschoben. Auf die Formveränderungen der Sphygmogramme wird nicht eingegangen. Sie sind andernorts beschrieben (4).

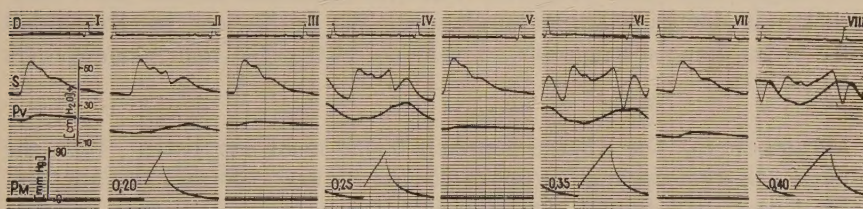


Abb. 3. Venendruck und Druckhöhe. Signaturen wie in Abb. 2. – Der Massagedruck liegt über dem diastolischen Blutdruck der Versuchsperson. Sobald die Druckstöße länger als $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode einwirken (IV), steigt der Venendruck an.

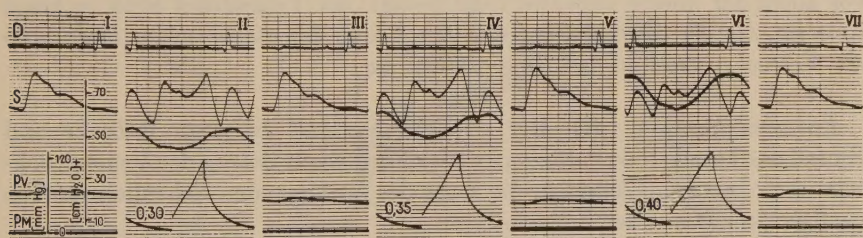


Abb. 4. SM mit hohen Impulsbeträgen. Signaturen wie in Abb. 2. – Der Venendruck erreicht bis zu $+50$ cm H_2O , er wird deutlich undulierend. Nach Aufhören der Massage sinkt er sehr rasch wieder auf den Ausgangswert (Zeitintervall zwischen Abschnitt VI und VII: 15 Sekunden).

b) Druckbeträge

Die Beträge des Venendruckes werden von Höhe und Einwirkungsdauer der einzelnen Stöße bestimmt. Sie sind hingegen weitgehend unabhängig von der Dauer der Massage. Schon 2–3 Druckstöße nach Beginn der SM erreicht der Venendruck den für die betreffende Behandlungsbedingung charakteristischen Betrag bzw. Verlauf. Die beiden Größen verändern sich nicht mehr, wenn man die Massage mit Stößen derselben Höhe und Einzeldauer fortführt⁴. Ebenso rasch wie das Einschwingen vollzieht sich das Ausschwingen. Die Sphygmogramme nehmen sofort wieder die Ruheform an. Auch der Venendruck normalisiert sich rasch wieder. Selbst bei + 50 cm H₂O Überdruck beträgt die Halbwertszeit des Abfalles kaum mehr als eine Sekunde. Die Konstanz der Ausgangswerte I, III, V, VII der Abb. 2–4 belegt diese Beobachtung.

Einwirkungsdauer (t). Abb. 5 zeigt die Abhängigkeit des Venendruckes von der Einwirkungsdauer der SM-Druckstöße. Ungeachtet der Höhe des Massagedruckes weicht die Funktion $p_V(t)$ unter 0,20 Sekunden von der Linearität ab. Die obere Grenze dieser Zeitspanne ist identisch mit dem Betrag von $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode der untersuchten Individuen. *Druckstöße, die weniger als $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode anhalten, verändern den Venendruck also nicht.* Über dem Grenzwert von 0,20 Sekunden nimmt der Venendruck mit der Einwirkungsdauer linear zu. Er erreicht im Extremfall sehr hoher Impulsbeträge bis zu +50 cm H₂O gegen den Ausgangswert (Abb. 4/VI).

Druckhöhe (p). Die Kurven von Abb. 5 sind nicht äquidistant. Vielmehr finden sich zwei Sprünge zwischen 65 und 85 bzw. 100 und 130 mm Hg. Abb. 6 zeigt, daß die Sprünge dann auftreten, wenn der Druck in der SM-Manschette den diastolischen bzw. den systolischen Blutdruck der Versuchsperson eben überschritten hat. Druckstöße vom diastolischen Wert sollen den mittleren Arteriendruck signifikant ansteigen lassen (5). So interessiert vor allem der untere Grenzwert. Er besagt: *der Venendruck bleibt so lange konstant, bis der Manschettendruck den Betrag des diastolischen Blutdrucks der Versuchsperson deutlich überschritten hat.*

Einsatzverzögerung (Δt). Der zeitliche Abstand zwischen R-Zacke und Einfall der Druckstöße verändert weder Form noch Betrag der Venendruckkurve. Er bestimmt lediglich die Lage des ansteigenden Schenkels der Venendruckkurve auf der Zeitachse.

Die in den Abb. 5 und 6 dargestellten Daten sind Mittelwerte über 4 Pulsperioden von je 6 Versuchspersonen. Streuung 3,15 cm H₂O.

⁴ Kontrolle bis zu 15 Minuten Massagedauer.

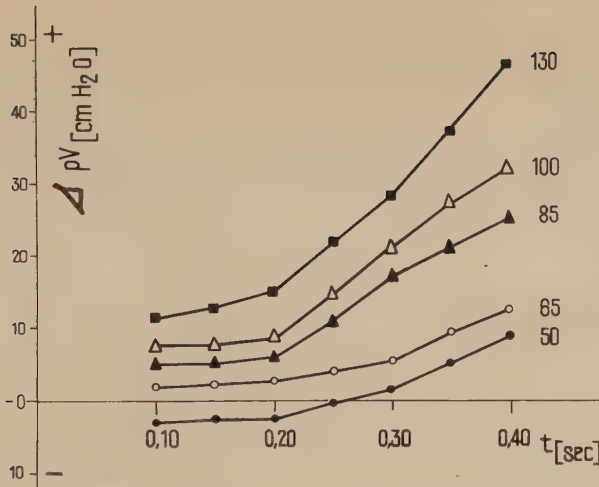


Abb. 5. Zunahme des Venendruckes (Δp_V) und Einwirkungsdauer der SM-Druckstöße (t). – Rechts außen die Druckwerte in der SM-Manschette in mm Hg. Die Venendruckbeträge steigen erst signifikant an, wenn die Druckstöße länger als 0,20 Sekunden anhalten und der Druck in der Manschette den diastolischen Blutdruck in der Manschette überschritten hat (Text S. 8).

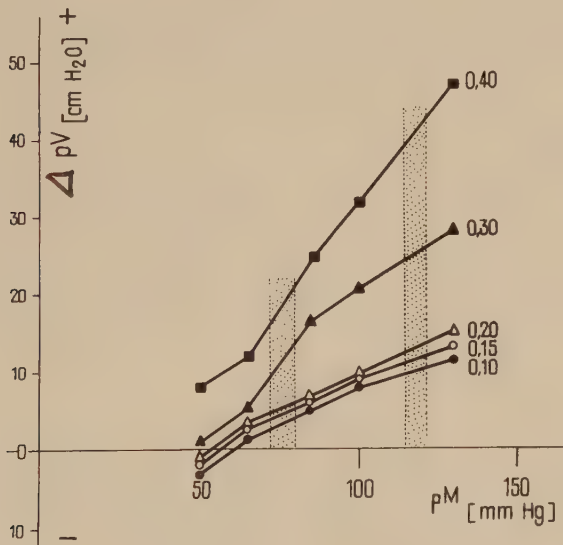


Abb. 6. Zunahme des Venendruckes (Δp_V) und Höhe der SM-Druckstöße (p_M). Rechts außen die Einzeldauer der Druckstöße in Sekunden. – Eingezeichnet die Bereiche von diastolischem und systolischem Blutdruck der untersuchten Personen (s. Text S. 8).

2. Venendruck proximal der SM-Manschette

Die SM-Manschette wird befestigt wie am rechten Unterarm der Abb. 1. Abnahme der Sphygmogramme über der Radialarterie. Blutige Messung des Venendruckes in der Vena cubitalis.

Der Venendruck ohne SM-Einwirkung verläuft leicht undulierend. Die SM – selbst jene mit hohen Impulsbeträgen – verändert weder den zeitlichen Verlauf noch die Druckbeträge in der V. cubitalis.

Besprechung

Die SM erhöht unter gewissen Umständen den Druck in oberflächlichen, *distal* von der Behandlungsmanschette gelegenen Vorderarmvenen Gefäßgesunder. Unter den Größen, die sich bei der SM verändern lassen, spielt die Massagedauer keine Rolle (S. 8). Die Verzögerung der Druckstöße auf die Pulswelle (Einsatzverzögerung) verschiebt lediglich die Lage des ansteigenden Schenkels der Venendruckkurve auf der Zeitachse. Am wichtigsten für die Veränderungen des Venendruckes ist der Impulsbetrag der Druckstöße (Einzeldauer mal Druckhöhe). So steigt der Venendruck erst dann an, wenn die SM-Stöße entweder mehr als $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode anhalten oder der Druck in der Behandlungsmanschette den diastolischen Blutdruck des Individuums deutlich überschritten hat. Die SM mit höheren Impulsbeträgen steigert den Venendruck bis zu +50 cm über den Ausgangswert. Die zeitliche Lage der Fuß- und Gipfelpunkte des Venendruckes auf der Zeitachse macht es wahrscheinlich, daß eine Abflußbehinderung den Anstieg des Venendruckes bedingt. Bei Massage mit hohen Impulsbeträgen fällt nämlich der Manschettendruck im Intervall zwischen zwei Druckstößen nicht mehr auf den Nullwert ab (4).

In oberflächlichen Venen *proximal* der SM-Manschette konnten keine Veränderungen beobachtet werden – ungeachtet der SM-Behandlungsbedingungen.

Nach *Widmer* und *Staub* (5) wird bei Massage mit diastolischen Druckwerten und mit einer Einzeldauer, die $\frac{1}{4}$ der Pulsperiode entspricht, der mittlere Druck in der Radialarterie erhöht. Dieselbe Massagebedingung beläßt den Venendruck konstant. Dies bedeutet eine Zunahme des Druckgefälles ($p_A - p_V$), nach dem Poiseuilleschen Gesetz eine Zunahme des Durchflußvolumens in der Zeiteinheit. Impulsbeträge über den erwähnten Grenzwerten steigern zwar den Druck in der Radialarterie, gleichzeitig aber auch jenen in der oberflächlichen Vene *distal* von der Behandlungsmanschette. Unter diesen Umständen wird das Druckgefälle ($p_A - p_V$) und somit auch das Durchflußvolumen in der Zeiteinheit nicht gesteigert.

Zusammenfassung

Zur Abklärung der Wirkungsweise der synkardialen Massage nach *Fuchs* (SM)* werden bei Gefäßgesunden die Druckwerte in oberflächlichen Vorderarmvenen untersucht.

Proximal der SM-Manschette ließen sich keine faßbaren Veränderungen des Verlaufs und der Beträge des Venendruckes nachweisen.

Distal von der Manschette wurden Venendruckveränderungen beobachtet, sobald der Impulsbetrag Grenzbedingungen überschreitet. Diese Grenzbedingungen sind: 1. Einzeldauer der SM-Druckstöße $\geq \frac{1}{4}$ der Pulsperiode und 2. Manschettendruckhöhe = diastolischer Blutdruckwert der Versuchsperson. Über den Grenzbedingungen steigt der Venendruck bis auf +50 cm H₂O über die Werte vor Massage an.

Das Ausmaß der Veränderungen von Verlauf und Betrag des Venendruckes wird hauptsächlich vom Impulsbetrag der Druckstöße bestimmt. Massagedauer und Einsatzverzögerung spielen keine wesentliche Rolle.

* «Syncardon» Jaquet AG. Basel

Résumé

L'auteur analyse l'effet du massage syncardial d'après *Fuchs* (MS) sur la pression veineuse périphérique. La pression dans les veines superficielles de l'avant-bras est enregistrée pendant que la durée et la pression de l'appareil «Syncardon» sont systématiquement variées.

La pression dans les veines situées en amont de la manchette MS ne subit pas de modifications perceptibles, quelles que soient les conditions de traitement MS.

En aval de la manchette MS, par contre, la pression veineuse augmente aussitôt que les impulsions MS dépassent des «conditions-limite»: durée de l'impulsion égale au quart de la période du pouls et pression dans la manchette égale à la pression diastolique de l'individu.

La pression veineuse est variée surtout par la durée des impulsions MS et par leurs pression tandis que la durée du massage et le «retard d'entrée» ont peu d'importance.

Riassunto

L'autore esamina l'effetto del massaggio sincardiale secondo *Fuchs* (MS) sulla pressione venosa di soggetti sani. La pressione nelle vene superficiali dell'avambraccio è registrata mentre si varia la durata degli impulsi e la pressione dell'apparecchio «Syncardon» (Jaquet S.A.).

Nelle vene prossimali al manicotto non si sono osservate variazioni.

A valle del manicotto, per contro, la pressione venosa subisce variazioni, appena la durata dell'impulso supera $\frac{1}{4}$ del periodo del polso e la pressione nel manicotto supera la pressione diastolica dell'individuo. Al di sopra di

queste condizioni-limite la pressione venosa aumenta sino a raggiungere valori di +50 cm H₂O superiori alla pressione venosa iniziale senza MS.

L'importanza delle variazioni è in gran parte determinata dal prodotto pressione nel manicotto volte durata dell'impulso. La durata del massaggio, per contro, ed il ritardo dell'impulso MS rispetto all'onda sfigmica si rivelano di poca importanza.

Summary

The author examines the mechanism of action of the Syncardial Massage (SM) (*Fuchs*). He measures the pressure values in superficial veins of healthy subjects under varying conditions of SM-treatment.

No changes are observed in veins proximal to the SM-pressure cuff. On the contrary the pressure in distal veins undergoes changes. The magnitude of these changes is mainly determined by pressure height and duration of the SM impulse. Duration of massage and start-delay proved of little importance.

No quantitative change is observed until the SM impulse extends for more than $\frac{1}{4}$ of the pulse period and the cuff pressure exceeds the diastolic pressure of the subject treated. Above these limit-values the venous pressures increase proportionately to the SM-impulse amount. They attain values of up to + 50 cm H₂O above the pressure before SM.

Ich danke allen meinen Lehrern, besonders Prof. Dr. H. Staub sowie Dr. L. Widmer, unter deren Leitung die Arbeit entstand.

1. *Fuchs, M.*, Arch. Kreisl.-Forsch. **18**, 152 (1952); IIe Congr. int. Angéiologie, Sept. 1955, Fribourg (Suisse), p. 400; Prospekt «Syncardon nach Dr. M. Fuchs», Jaquet A.G., Basel. – 2. *Gottlob, R., May, R., und Rohm, W.*: Arch. Kreisl.-Forsch. **21**, 70 (1954). – 3. *Jaquet, E., und Jaquet H.*: Z. ges. exp. Med. **127**, 631 (1956). – 4. *Widmer, L. K.*: Z. Kreisl.-Forsch. **46**, 750 (1957) – 5. *Widmer, L. K., und Staub, H.*: Z. Kreisl.-Forsch. **47**, 774 (1958).

Curriculum vitae

Am 7. Juli 1927 in Janou (Polen) geboren, besuchte ich die Volksschule und Stuyvesant High School in New York. An der University of California, Berkeley (California), erwarb ich das Diplom eines «Bachelor of Arts» im Januar 1951. An der Universität Freiburg (Schweiz) bestand ich im März 1955 das zweite propädeutische Examen. Das klinische Studium absolvierte ich in Basel.

